



## **CAPITULO III**

# SERVICIOS DE LIMPIEZA



## Introducción

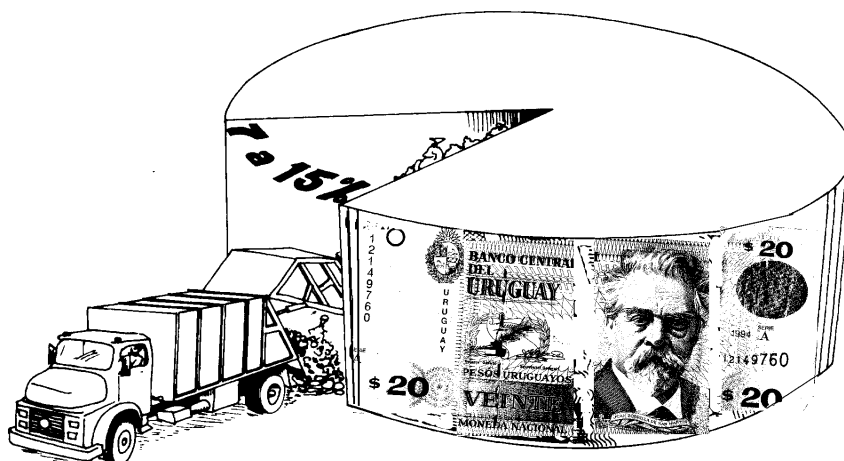
Los servicios de limpieza urbana y municipal comprenden los servicios de recolección, (según se indica en el Cuadro 1), y de tratamiento de los residuos sólidos y su disposición final (Capítulos IV).

En general, los servicios de limpieza absorben entre el 7 y 15% de los recursos de un presupuesto municipal, y de ellos cerca de un 50% se destina a la recolección y al transporte de los residuos sólidos. (Fig. 1)

Una buena gestión de esos servicios, que están entre los más visibles, conlleva una buena aceptación de la administración municipal por parte de la ciudadanía. Además, su optimización significa un ahorro significativo de los recursos públicos.

CUADRO 1 Servicio de limpieza	
SERVICIOS DE LIMPIEZA	ACONDICIONAMIENTO
	RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE RESIDUOS DOMICILIARIOS
	RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE RESIDUOS DE SERVICIOS DE SALUD
	OTROS SERVICIOS DE LIMPIEZA <ul style="list-style-type: none"> <li>• Barrido</li> <li>• Poda y deshierba</li> <li>• Limpieza de playas</li> <li>• Limpieza de ferias</li> <li>• Limpieza de cloacas y alcantarillas</li> <li>• Quita de animales muertos</li> <li>• Recolección de residuos voluminosos y escombros</li> </ul>

FIGURA 1  
Presupuesto municipal  
Fracción absorbida por servicios de limpieza



## 1 Acondicionamiento de los residuos

Los residuos sólidos son tratados y dispuestos en sitios alejados de su punto de generación. El envío de los residuos sólidos a esas áreas implica una fase interna y una fase externa. La primera, bajo la responsabilidad del generador (residencia, establecimiento comercial, etc.) comprende la recolección interna, el acondicionamiento y el depósito. La fase externa abarca los llamados servicios de limpieza. Esta última fase es responsabilidad de las administraciones municipales.

En la etapa que precede a la recolección externa, los residuos deben ser colocados en sitios y recipientes adecuados, para evitar (Figura 2):

- accidentes (residuos contaminantes);
- proliferación de insectos (moscas, ratas y cucarachas) y animales indeseables y peligrosos;
- impacto negativo sobre la vista y el olfato;
- heterogeneidad (en el caso de que haya recolección selectiva).

***Aunque el acondicionamiento sea responsabilidad del generador, la administración municipal debe ejercer las funciones de regulación, y fiscalización, inclusive en el caso de los establecimientos de salud, con miras en asegurar condiciones sanitarias y operacionales adecuadas.***

La forma como se almacenan los residuos sólidos está determinada por:

- la cantidad (según se indica en el Cuadro 2);
- la composición;
- el transporte (tipo de recolección, frecuencia).

En términos generales, los recipientes deben ser estancos, resistentes y compatibles con el equipo de transporte.

CUADRO 2 Formas de acondicionamiento	
Pequeños volúmenes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cestos recolectores en la acera</li> <li>• Recipientes basculantes</li> <li>• Recipientes basculantes en carritos</li> <li>• Tambores</li> <li>• Bolsas plásticas</li> </ul>
Grandes Volúmenes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contenedores</li> </ul>

FIGURA 2  
Acondicionamiento inapropiado de residuos



La elección del recipiente puede hacerse según el tipo de residuos, como se describe a continuación.

## Acondicionamiento para volúmenes pequeños

- Cestos recolectores en la acera

Son recipientes colocados en sitios públicos, tales como calles, plazas, parques y playas, para recibir los residuos sólidos de los transeúntes y usuarios. En las calles de gran afluencia, los cestos deben colocarse a 50 m unos de otros, como máximo. Pueden ser metálicos o de material plástico, y deben estar hechos en forma tal, que se le facilite al barrendero la tarea de vaciarlos (Figura 3).

Las campañas de educación de la ciudadanía en cuanto a limpieza pública serán más eficaces si hay equipos y condiciones adecuadas que faciliten la recolección de residuos, lo cual también reduce los gastos del barrido.

- Recipientes basculantes

Son recipientes que poseen un sistema de pivote para quitar los residuos, haciéndose menor esfuerzo. En caso de estar destinados a recibir materia orgánica, los recipientes deberán también poseer un sistema de captación de líquidos y salida de gases (Figura 4). Son usados en Europa y los Estados Unidos.

- Recipientes basculantes en carritos

Especialmente destinados al barrido de calles y áreas públicas, son recipientes asociados a carritos, generalmente de dos ruedas; pueden disponer de dos sectores: uno para llevar los residuos sólidos, y otro para las pertenencias del barrendero.

- Tambores

Tambores de 200 litros o menores, se pueden también usar como recipientes para los residuos sólidos. Sin embargo, deben estar provistos de asas para el manejo y tapas, a fin de evitar los malos olores y que entren animales. El tambor debe retener líquidos y ser de un material resistente a la corrosión, como acero pintado o plástico.

- Bolsas plásticas

Para el generador, el empleo de bolsas plásticas posee la ventaja de que evita el robo del recipiente rígido. Para el servicio de recolección, las bolsas plásticas presentan las siguientes ventajas sobre los recipientes rígidos:

- requieren menor esfuerzo de los recolectores;
- reducen el tiempo de recolección;
- impiden la absorción de agua de lluvia;
- disminuyen la contaminación sonora.

FIGURA 3  
Tipos de Cestos

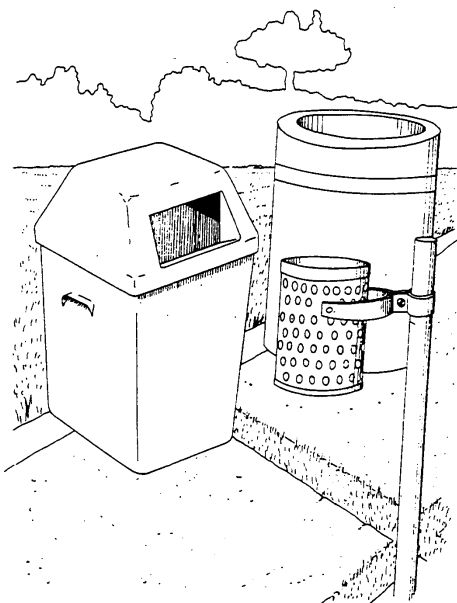
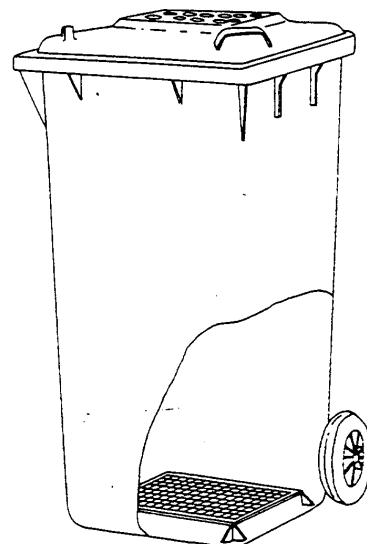


FIGURA 4  
Recipiente Basculante



Normalmente, en el barrido se usan bolsas plásticas para almacenar los residuos sólidos. Comúnmente el sector de proveeduría o de compras de la intendencia encuentra dificultades en la especificación y la provisión regular de materiales adecuados. Se sugiere la adopción de contratos de suministro de bolsas plásticas para los residuos sólidos, con una cláusula sobre el control de calidad. Las pruebas de muestreo se deben hacer en laboratorios especializados, para que se garantice la calidad del producto.

El material debe ser resistente a la perforación, y no debe ser transparente. En Brasil existen normas técnicas del Instituto de Investigaciones Tecnológicas (IPT) y de la Asociación Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) que describen las metodologías de ensayos para evaluación de esos requisitos (IPT-NEA 26, 36, 57, 58, 59 o NBR-9190, 9191). (Anexo B).

Tanto para residuos livianos (residuos sueltos, domiciliarios y de oficina), como para residuos pesados (residuos del barrido de calles, y de restaurantes) la bolsas pueden ser fabricadas con material reciclado o virgen, siempre que cumplan las especificaciones establecidas.

Las bolsas para los residuos sólidos pueden ser de cualquier color (en general el color amarillo o blanco es reservado para residuos de servicios de salud), siempre que no permitan la visibilidad de su contenido. Requisitos normalizados para su adquisición son:

- dimensiones planas (ancho, largo y alto);
- capacidad volumétrica;
- resistencia a la caída;
- resistencia al levantamiento.

### Acondicionamiento de volúmenes grandes

En el almacenamiento de volúmenes grandes de residuos provenientes de: comerciales e industriales, puntos de entrega voluntaria de materiales reciclables, residuos sólidos domiciliarios en diversos países y algunas veces en zonas de viviendas precarias, se utilizan recipientes especiales denominados contenedores, que se pueden dividir en:

- Contenedores recolectores basculantes estacionarios.

Son recipientes que pueden ser levantados por el vehículo recolector, lateralmente o por detrás, para vaciar los residuos sólidos que contengan. En general, poseen una capacidad de 0,7 a 2,0 m<sup>3</sup> (Figura 5).

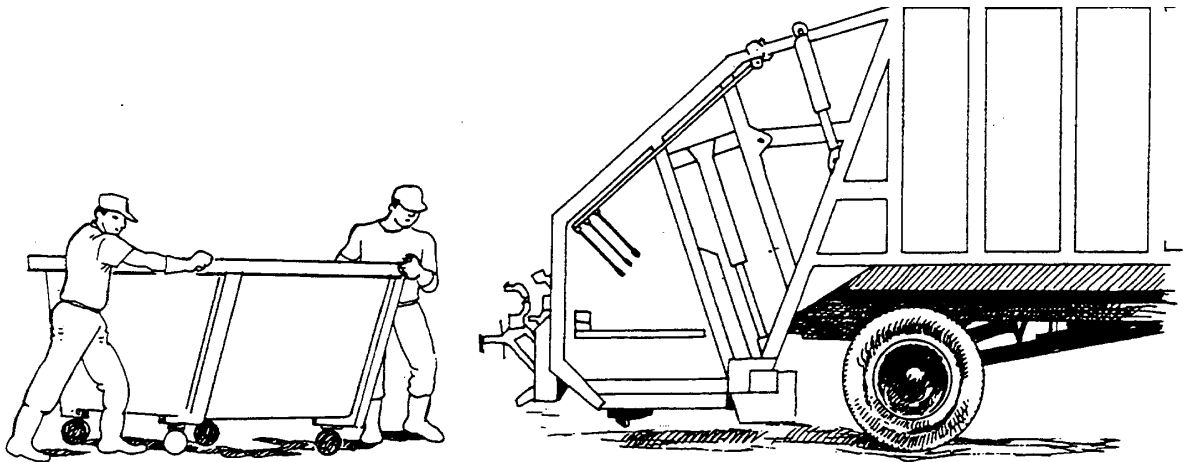
- Contenedores intercambiables.

Son recipientes que, cuando llenos, son removidos y sustituidos por recipientes vacíos. Los vehículos que los recogen están dotados de un equipo de levantamiento (Figura 6). Estos recipientes tienen una capacidad de 2,5 a 30 m<sup>3</sup> y se mencionan entre los tipos de contenedores del Cuadro 3. En Uruguay son lo que popularmente se llaman “volquetas”.

La colocación de recolectores de grandes volúmenes en zonas marginales u otras áreas de difícil acceso para el vehículo recolector, puede volverse un problema debido al vertido de escombros, animales muertos y otros residuos incompatibles con el sistema de recolección. La quema de los residuos sólidos contenida en ellos y la transformación del sitio en un pequeño basurero a causa de los residuos depositados a su alrededor, son problemas que se observan con frecuencia.

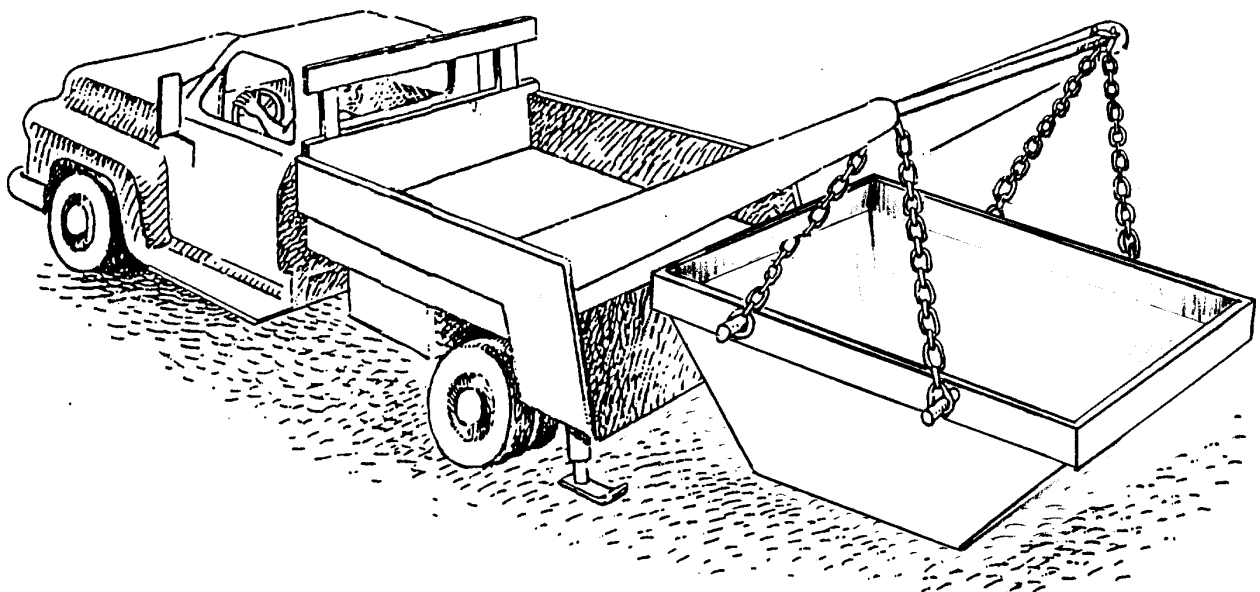
CUADRO 3 Tipos de contenedores intercambiables		
Denominación usual	Característica de descarga	Capacidad (m <sup>3</sup> )
Caja <i>Brooks</i>	Báscula por detrás del vehículo.	5.0 a 7.0
Caja <i>Dempster</i>		
Descarga por debajo	3.0 a 4.0	
Contenedor intercambiable	Con o sin compactación	2.5 a 30.0

FIGURA 5  
Contenedor basculante estacionario



Se puede optar, entonces, por una recolección hecha a pie, de puerta en puerta, utilizando, por ejemplo, tambores transformados en "parihuelas". Eso puede lograrse insertando dos palos paralelos, que permiten que el pipote sea transportado por dos personas. En forma alternativa, el transporte puede realizarse por medio de una carreta con tracción animal o un tractor, o inclusive con cualquier otro medio que permita la remoción de los residuos sólidos.

FIGURA 6  
Contenedor intercambiable

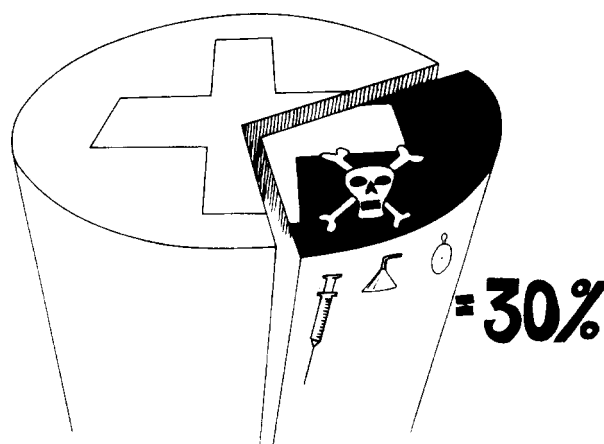


## Residuos de los servicios de salud y hospitalarios

La responsabilidad por su recolección y transporte es del generador. Sin embargo en la práctica la intendencia finalmente hace u orienta y fiscaliza dicha recolección.

Cerca del 30% en peso de los residuos generados en los establecimientos de salud son contaminados y deben tener un tratamiento especial en cuanto a su sistema de recolección y disposición final (Figura 7). Es necesario resaltar que los restantes 70% son potencialmente contaminantes debido a las deficiencias y dificultades de gran parte del sistema de salud.

FIGURA 7  
Residuos de los servicios de salud



### Acondicionamiento

- Bolsas plásticas

El acondicionamiento de los residuos comunes se realiza en bolsas plásticas negras o contenedor con tapa compatible con los equipos utilizados por el servicio de recolección municipal<sup>31</sup>.

Para los residuos contaminados infecciosos se utilizan bolsas de polietileno virgen de espesor mínimo 80 micras, color amarillo con pictograma en color negro (Figura 8). Tamaño mínimo recomendado: 60 x 80 cm. Las bolsas deberán cerrar con un dispositivo que garantice su hermeticidad durante el traslado<sup>31</sup>.

- Recipientes para residuos punzantes o cortantes

El envase debe ser un recipiente rígido con un adhesivo de color amarillo con pictograma de color negro<sup>31</sup>.

FIGURA 8  
Pictograma de peligro  
Residuos biológicos infecciosos





## 2 Recolección y transporte de los residuos sólidos

La recolección de los residuos sólidos y su transporte a las áreas de tratamiento o destino final, son actividades del servicio público municipal, muy a la vista de la población, que impiden el desarrollo de vectores transmisores de enfermedades los que encuentran alimento y protección en los residuos sólidos.

Los residuos sólidos necesitan ser transportados mecánicamente desde el punto de generación al destino final. Ese servicio se caracteriza por la intervención de los ciudadanos, los cuales deben acondicionar los residuos sólidos adecuadamente y sacarlos a la calle en los días, sitios y horarios preestablecidos.

***Para que esta participación ocurra de forma satisfactoria, el poder público debe garantizar:***

- la universalidad del servicio prestado, o sea, todo ciudadano debe ser atendido por la recolección de residuos domiciliarios;***
- la regularidad de la recolección, esto es, los vehículos recolectores deben pasar regularmente en los mismos sitios, días y horarios.***

La norma técnica brasilera ABNT NBR-12980 define los diferentes tipos de servicio de recolección de residuos:

- recolección domiciliaria (o convencional), que consiste en la recolección de los residuos sólidos de residencias, establecimientos comerciales e industriales, cuyo volumen no sobrepase el previsto en la correspondiente legislación municipal;
- recolección de mercados, playas, calles y demás sitios públicos;
- recolección de residuos de servicios de salud, en lo cual incluyen hospitales, ambulatorios, puestos de salud, laboratorios, farmacias, clínicas veterinarias, etc.

La recolección especial contempla los residuos no recogidos por la recolección regular, tales como escombros, animales muertos y poda de jardines y árboles. Puede ser regular o programada para donde y cuando hubiere residuos que deban ser removidos.

La *recolección selectiva* tiene por objeto recoger los residuos separados en su punto de origen. Esta modalidad de recolección está vinculada al Reciclaje, y se discutirá en detalle en el Capítulo V.

***La recolección particular es obligatoriamente de responsabilidad del generador, según el tipo de residuo o si la cantidad es superior a lo permitido por el municipio. Industrias, supermercados, shopping centers, constructoras entre otros, deben ocuparse de la recolección de sus residuos en función del volumen generado. Hospitales, clínicas, centros de salud y farmacias, entre otros, deben tener recolección particular en función del tipo de residuo. El papel de fiscalización por parte de la intendencia es fundamental.***

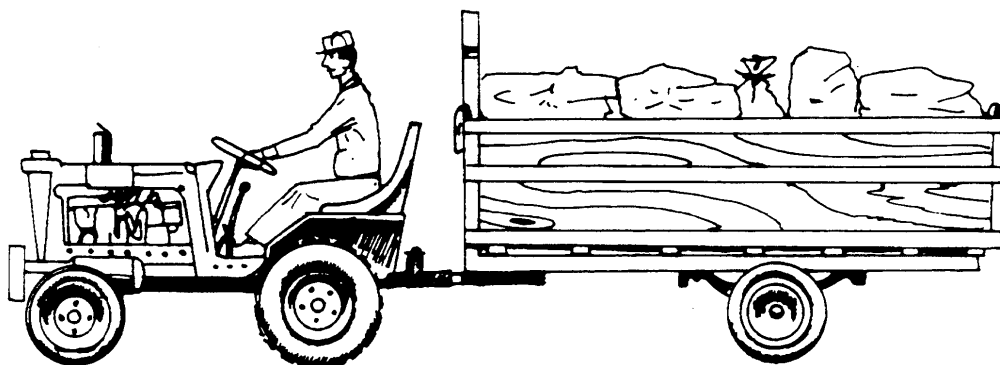
Para que el sistema de recolección y transporte funcione óptimamente es necesario un flujo permanente de informaciones que respalden su planificación y gestión.

### 3 Equipos de recolección y transporte

En el transporte de los residuos sólidos pueden utilizarse diferentes tipos de vehículos, desde los de tracción animal hasta camiones dotados de carrocerías compactadoras.

Las comunidades pequeñas pueden utilizar carretas remolcadas por un tractor o una motocicleta (Figura 9). Estas también se pueden usar en sitios de difícil acceso o de gran circulación de personas, como centros comerciales y bulevares.

FIGURA 9  
Carreta remolcada

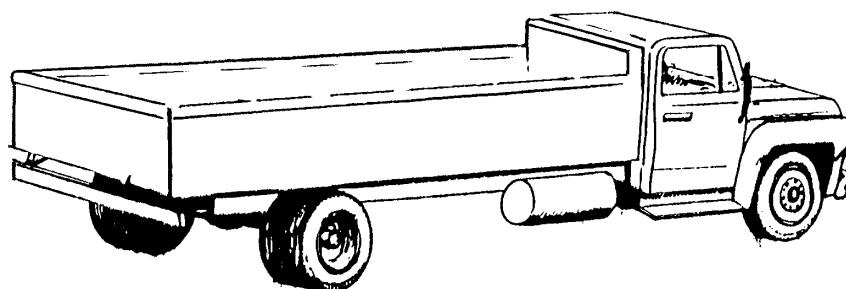


Existen básicamente dos tipos de carrocerías montadas sobre chasis de vehículos, que se describen por separado a continuación.

#### *Carrocerías sin compactación*

Son vehículos con carrocerías metálicas, construidas en forma rectangular y abiertas. Esta condición de caja abierta no es buena para el transporte de residuos, pues en el viaje se puede perder carga. En otros países aunque sean sin compactación son cerrados.

FIGURA 10  
Vehículo con carrocería sin compactador



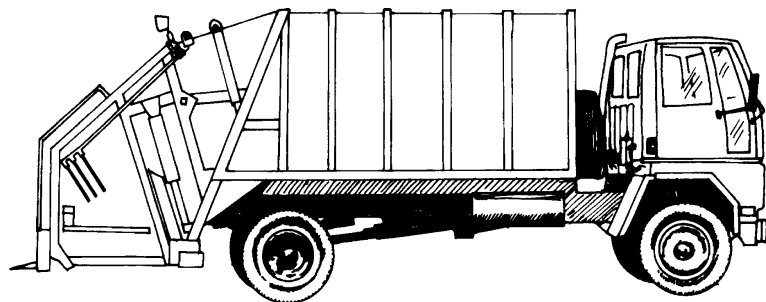
#### *Carrocerías con compactador*

Vehículos con carrocería cerrada, con dispositivos mecánicos o hidráulicos que posibilitan la distribución y compactación de los residuos en el interior de la carrocería (Figura 11).

El sistema de compactación puede ser continuo o intermitente.

El sistema de carga puede ser trasero o lateral. En tales vehículos, los sistemas de descarga se hacen sin ningún contacto manual con la carga.

FIGURA 11  
**Vehículo con carrocería provista de compactador**



***Criterios para la selección de vehículos:***

Según se dijo anteriormente, el vehículo recolector puede ser de tracción animal o mecánica, con carrocería convencional o con compactador.

La elección de una de esas modalidades está determinada por los siguientes factores:

- cantidad de residuos: para ciudades con baja concentración poblacional, los vehículos sin compactador pueden transportar, por viaje, hasta 15 m<sup>3</sup>, ó 3,7 t, considerándose el peso específico medio de los residuos sólidos sueltos, en 250 kg/m<sup>3</sup>;
- forma de acondicionamiento del residuo: en caso de que los residuos sólidos estén acondicionados en un contenedor, será necesario que este sea compatible con el sistema de basculamiento del vehículo;
- las condiciones de acceso al punto de recolección: vehículos como un tractor agrícola, una motocicleta o tracción animal, son algunas alternativas para el acceso a áreas restringidas a los vehículos usuales.

## **4 Dimensionamiento de la recolección domiciliaria**

El dimensionamiento y la programación de la recolección están relacionados con la previsión de los recursos necesarios (tipo de vehículo y equipos a utilizarse, flota necesaria, cantidad de personal) y con la decisión de cómo se prestará el servicio (frecuencias, horarios, itinerarios, puntos de destino).

Los municipios nacionales ya poseen algún sistema de recolección y transporte de los residuos sólidos domiciliarios.

La tarea de dimensionar y programar esos servicios puede ser necesaria cuando se planifican ampliaciones para áreas no atendidas, y cuando se presenta la necesidad de reformular los servicios ya existentes.

La evaluación del desempeño operacional de la recolección domiciliaria -discutida en el punto 7 de este Capítulo- puede plantear la necesidad de revisar los servicios existentes.

En general, cuando los servicios de recolección domiciliaria son contratados a empresas particulares, el poder público define las exigencias básicas, tales como: frecuencias y horarios de recolección, sitios de destino final, etc., y a la(s) empresa(s) contratada(s) le(s) tocará su dimensionamiento y programación.

***Es importante que el poder público se involucre en el dimensionamiento y la programación de los servicios de recolección domiciliaria, aún cuando sean ejecutados por particulares. Con eso se asegura que se atiendan los niveles de prestación de servicios que se consideran adecuados y se garantiza la justa remuneración por los servicios prestados.***

El dimensionamiento y la programación de los servicios de recolección domiciliaria abarcan las siguientes etapas:

Etapas 1 - Estimación de la cantidad de residuos que debe ser recolectada;

Etapas 2 - Determinación de las frecuencias de recolección;

Etapas 3 - Definición de los horarios de recolección domiciliaria;

Etapas 4 - Dimensionamiento de la flota que debe prestar el servicio;

Etapas 5 - Determinación de los itinerarios de recolección;

Cada una de estas etapas se discute a continuación.

## **Etapas 1 - Estimación de los residuos sólidos que deben ser recolectados**

La mejor manera de estimar la cantidad de residuos que deben ser recolectados, es a través del monitoreo de la recolección existente. Se puede hacer de dos formas:

- monitoreo de la totalidad del servicio prestado actualmente;
- monitoreo selectivo por muestreo.

Es necesario resaltar que las dos alternativas presentan imprecisiones. La principal depende del hecho de que el volumen *per capita* de residuos generado puede variar de un día para otro.

*Para determinar la cantidad de residuos producidos por habitante (per capita) por día, se divide la cantidad total recolectada entre el número total de habitantes atendidos por la recolección en ese día.*

En caso de que no sea posible realizar ninguno de los dos procedimientos de levantamiento de campo, se puede adoptar para un abordaje **estimativo**, un valor **genérico** de generación de residuos equivalente a 820 g/hab./día. Eso corresponde aproximadamente a la media de los municipios uruguayos. Ese valor considera los residuos sólidos domiciliarios y comerciales, excluyendo los grandes generadores, a los cuales la intendencia puede o no atender, dependiendo de la legislación local.

El Capítulo II de este Manual aborda esa cuestión y describe tanto los procedimientos para la caracterización físico-química y la composición de los residuos sólidos, como también para realizar el muestreo. El principal aspecto que afecta la recolección y el transporte es la densidad de los residuos sólidos, junto con las restricciones volumétricas de los vehículos y los contenedores. Se puede considerar una densidad de 250 a 300 kg/m<sup>3</sup>, en caso de que sea preciso adoptar un valor estimado no realizando muestreo.

### ***Monitoreo de todos los residuos sólidos recolectados***

En este proceso se evalúa la totalidad de residuos recolectados diariamente, por medio del pesaje de todos los vehículos cargados en el punto de trasbordo o de destino final de los residuos sólidos. Ese pesaje posibilita la cantidad total de residuos recolectados en un solo día.

Cada uno de los vehículos debe haber sido previamente pesado vacío (sin carga), de modo que el valor obtenido sea descontado del peso del vehículo cargado. De este modo se obtiene la cantidad de residuos recolectados.

Aceptando que existen variaciones diarias del volumen de residuos y también entre las zonas atendidas, ese procedimiento debe ser repetido durante varios días, de modo que los datos obtenidos sean representativos de la realidad del municipio.

En caso de que la recolección no sea diaria (por ejemplo dos o tres veces por semana), la cantidad de residuos recolectados debe ser dividida por el número de días entre una y otra recolección (por ejemplo, dividir entre dos cuando la recolección es en días alternados) de forma de saber la cantidad de residuos generada por día.

Se debe recordar que inclusive cuando la recolección se realiza diariamente, los residuos sólidos recogidos los lunes corresponde a dos días, si no se presta el servicio los domingos.

### ***Monitoreo parcial de los residuos sólidos recolectados***

En esta alternativa no se monitorea la totalidad de residuos recolectados en el municipio. Por tanto, se deben identificar rutas de recolección representativas de regiones homogéneas de generación de residuos, al igual que de la geografía y del tipo de uso, así como de la intensidad de la ocupación del terreno del municipio. En otras palabras, se deben identificar, por ejemplo, rutas en zonas residenciales de clase baja, media y alta, zonas de viviendas precarias y de difícil acceso, regiones centrales y periféricas, comerciales, etc.

A partir de las informaciones obtenidas en esas rutas, es posible extender el muestreo, considerando la ciudad dividida en regiones homogéneas.

Es preciso también determinar o estimar el número de habitantes, tanto de cada una de las áreas monitoreadas, como de las regiones homogéneas en que la ciudad ha sido dividida, con la finalidad de extender la recolección.

Los vehículos de las rutas seleccionadas deben pesarse, y luego seguir los procedimientos descritos arriba. Eso permite determinar los índices de generación de residuos domiciliarios *per capita* en cada tipo de región.

Valen también en este caso las consideraciones ya presentadas en cuanto a la frecuencia de recolección, y la investigación en fechas diferentes, de modo que se mejore la calidad de los resultados obtenidos.

## **Etapa 2 - Determinación de la frecuencia de recolección**

La frecuencia de recolección de residuos domiciliarios define el tiempo transcurrido entre dos recolecciones sucesivas en un mismo sitio o en una misma zona. Por ejemplo, la frecuencia de recolección puede ser diaria, excepto los domingos y feriados; o en días alternos, con descanso los domingos.

En general, las restricciones económicas son el factor determinante de la frecuencia de recolección de residuos domiciliarios. Cuanto mayor sea la frecuencia, mayor será el costo total del servicio.

Existe también la preocupación de evitar la acumulación de residuos. Por tal motivo, también la cantidad de residuos generados puede influir en la determinación de la frecuencia de recolección.

En áreas generadoras de mucha residuos, como por ejemplo, zonas comerciales, aceras y áreas de peatones, o playas con mucha afluencia de personas, la recolección debe ser por lo menos diaria, si se quiere evitar la acumulación de residuos. Existen registros de localidades, donde los residuos sólidos son recogidos dos veces por día. En esos sitios, en general de intenso tránsito peatonal, la acumulación de residuos proveniente de los servicios de barrido y que esperan ser recogidos por los camiones, acaba por provocar también la disposición de residuos comerciales (que debería poseer un destino diferente).

Casi siempre, el descanso se produce los domingos y días feriados. Esos días puede que no sean los más adecuados para descansar, en caso de que coincidan con una elevada generación de residuos. Ciertas ciudades litorales o turísticas pueden, inclusive, necesitar una mayor frecuencia de recolección de residuos domiciliarios en períodos de temporada alta.

Excepcionalmente, puede ser necesario recolectar los residuos sólidos a diario, sin descansos ni interrupciones los domingos y feriados. En esos casos, se debe considerar el incremento de costos que inciden sobre la mano de obra, de conformidad con la legislación laboral vigente, que asegura el reposo semanal remunerado (que suele concederse los domingos).

En áreas residenciales con baja densidad poblacional, o en las que la generación de residuos *per capita* sea baja, la recolección de residuos no necesita ser diaria. Puede hacerse dos veces por semana, o bien en días alternos (un día sí y un día no), inclusive en días feriados, con descanso sólo los domingos.

Más adelante, en el Punto 7, relativo a la evaluación del desempeño operacional de los servicios de recolección de residuos domiciliarios, se presentan indicadores que permiten evaluar si la frecuencia de recolección es o no adecuada.

***La participación de la ciudadanía es esencial para que una recolección sea eficiente. Es fundamental que los días y horarios de recolección de residuos, definidos e informados, sean cumplidos estrictamente, creando hábitos regulares en la población (Figura 12). Son necesarias medidas educativas, estimulando la participación de la población, con el objeto de asegurar que los residuos sean depositados en la vía pública, en día y horario próximos a los de la recolección, evitando su acumulación indebida y todas sus consecuencias indeseables.***

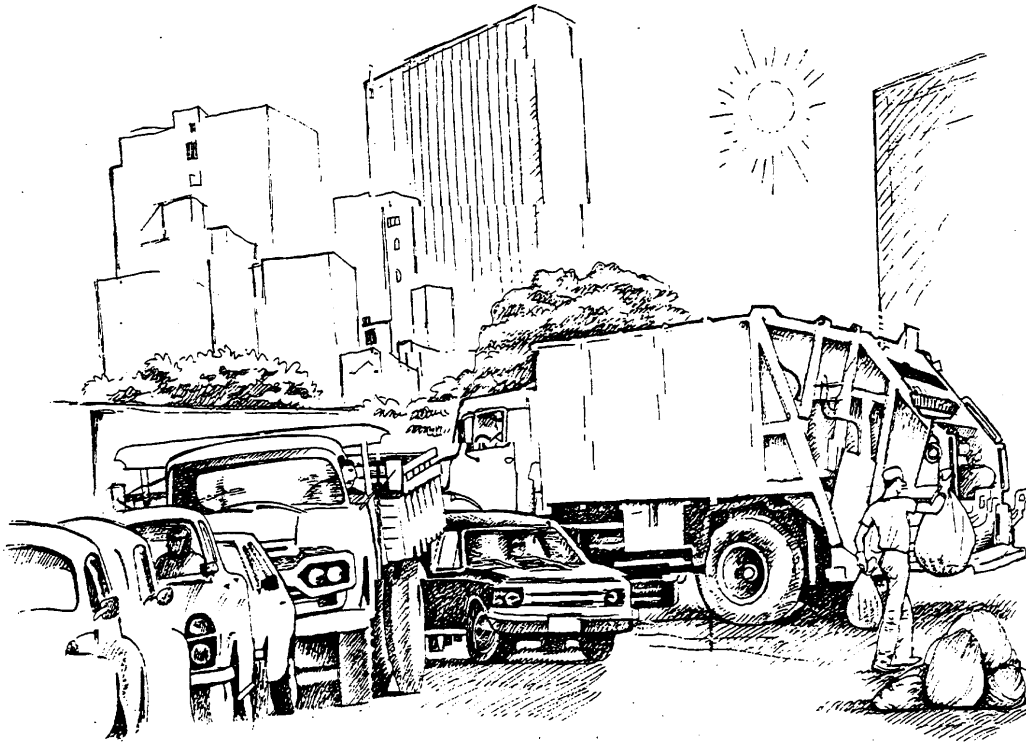
FIGURA 12  
Informaciones sobre la recolección



### **Etapa 3 - Definición de los horarios de recolección domiciliaria**

La recolección de residuos domiciliarios puede realizarse tanto de día, como de noche. La programación de la recolección en período nocturno depende de diversos factores, entre los cuales se deben considerar el tamaño y las características de cada municipio (Figuras 13 y 14).

**FIGURA 13**  
**Recolección diurna**

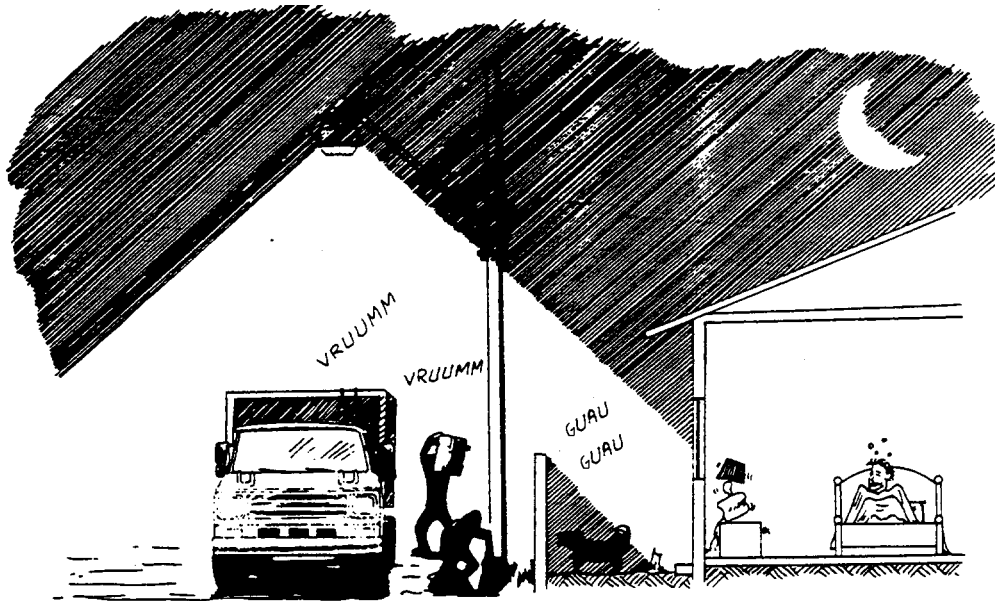


Algunos aspectos favorables y otros desfavorables de la recolección nocturna se presentan a continuación.

#### **Recolección Nocturna - Aspectos Favorables:**

- causa menor interferencia en las áreas de intensa circulación automotriz y peatonal, tales como avenidas, calles comerciales, vías principales de acceso, vías con senda exclusiva de ómnibus o corredores viales exclusivos;
- permite una mayor productividad de los vehículos de recolección, gracias a una mayor velocidad media, como consecuencia de una menor interferencia con el tránsito general;
- significa una disminución de la flota de vehículos recolectores, a consecuencia de un mejor aprovechamiento de las unidades disponibles y el establecimiento de dos turnos.

FIGURA 14  
Recolección nocturna



#### Recolección Nocturna - Aspectos Desfavorables:

- el ruido producido de noche, en especial por el manejo y acarreo de recipientes metálicos, y por la compactación de la basura por parte del vehículo, causa molestias a la población. Esta situación es particularmente problemática en barrios con alta densidad poblacional o predominantemente residenciales;
- trayectos por vías estrechas, no pavimentadas o con muchos baches, puede aumentar el riesgo de daños y accidentes con los vehículos;
- el recorrido por vías mal iluminadas puede contribuir a aumentar el riesgo de accidentes a los operarios, y dificultar la visibilidad de la recolección de residuos;
- aumenta la partida de gastos sociales y laborales en el presupuesto de salarios del personal de recolección; eventualmente, puede haber un mayor grado de ausentismo y de rotatividad de mano de obra;
- el uso en dos turnos eleva el desgaste de los vehículos y disminuye la disponibilidad para el mantenimiento preventivo, pudiendo provocar una reducción de la vida útil de los mismos.

En caso de que existan dos turnos, será importante tomar en cuenta los siguientes aspectos para determinar los horarios:

- asegurar intervalos entre la hora final de un turno y la hora inicial del otro, para evitar que eventuales retrasos en el término de la recolección del primer turno interfieran en el proceso de lavado, lubricación y rápido mantenimiento de los vehículos, o provoquen un retraso en el inicio de la recolección del turno siguiente;
- en municipios de mayor extensión, los horarios de inicio y término de turno deben considerar el desplazamiento desde y hasta los barrios donde residen los trabajadores por medio del transporte colectivo.



## **Etapa 4 - Dimensionamiento de la flota**

El dimensionamiento de los servicios de recolección de residuos domiciliarios tiene como propósito determinar el número de vehículos necesarios para prestar ese servicio, al igual que los otros elementos que permitan fijar los itinerarios.

El objetivo puede ser la necesidad de ampliar los servicios como la de reformular parcial o totalmente la recolección de residuos.

Tal reformulación puede ser necesaria cuando:

- haya sustitución y/o renovación de los vehículos y equipo, por otros con características operativas diferentes (por ejemplo, la capacidad de los vehículos recolectores);
- se haya observado una baja eficiencia y productividad del servicio existente;
- se alteren ciertas condiciones de servicio, tales como frecuencia y horarios, entre otras.

***En general el dimensionamiento de la recolección consiste en un proceso interactivo, dado que las decisiones van siendo tomadas y los parámetros adoptados secuencialmente, sin que se consiga evaluar a cada paso sus consecuencias e implicancias.  
Esa evaluación es posible recién al término del proceso.***

Los resultados pueden sugerir la conveniencia de revisar las hipótesis adoptadas, siendo necesario, a veces, repetir todo el proceso. En municipios extensos, en los que el problema se vuelve más complejo, se recomienda el dimensionamiento de los servicios tomando en cuenta más de una alternativa, prefiriendo la más adecuada y económica de acuerdo con las disponibilidades de cada municipio.

Por ejemplo: en caso de que la flota disponible se conozca previamente, puede ser necesario reconsiderar la división del municipio en sectores, al igual que las respectivas frecuencias y horarios de recolección, de modo que la flota necesaria sea menor, o al máximo igual a la flota disponible.

A continuación se presentan los pasos para dimensionar el servicio de recolección de residuos domiciliarios.

### ***Levantamiento y recolección de datos***

Inicialmente, se deben obtener los siguientes datos y elementos:

- plano general del municipio, catastral o semicatastral (escala 1:5.000 ó 1:10.000);
- vehículos disponibles de la flota, y respectivas capacidades.

### ***Localización de puntos importantes para la recolección***

En un plano del municipio se deben indicar los puntos importantes para la recolección tales como el o los garajes de los vehículos de aseo, punto(s) de descarga, grandes centros generadores de residuos, etc.

### ***Determinación del volumen y densidad de los residuos sólidos que se deben recolectar***

El volumen y la densidad de los residuos sólidos generados se determinan por medio de los criterios y procedimientos descritos en el Capítulo II.

### ***Definición de los sectores de la recolección***

La ciudad se debe subdividir en sectores de recolección que representen regiones homogéneas en términos de generación de residuos *per capita*, de uso y ocupación de la tierra.

Un sector de recolección está compuesto por un conjunto de itinerarios. Los sectores de recolección pueden agruparse en secciones o regiones de recolección, dependiendo de factores administrativos y operacionales.

Para cada sector se deben definir una frecuencia y un horario de recolección con base en los criterios y las recomendaciones que se describen en las etapas 2 y 3, respectivamente.

Además de la frecuencia de recolección, se deben determinar, para cada sector, los días de la semana en que la recolección debe realizarse. Por ejemplo: para un sector, cuya recolección se efectúa dos veces por semana, se deberá determinar si los días serán lunes y jueves, martes y viernes, o miércoles y sábados.

Cada sector de recolección puede necesitar de uno o más vehículos del aseo trabajando simultáneamente en diferentes rutas.

### ***Estimación de la cantidad total de residuos por sector***

La cantidad total de residuos que se recolecta en cada sector, se determina tanto en términos de peso, como de volumen. Estos valores se obtienen por medio de los procedimientos descritos en la Etapa 1 de este capítulo, que permiten calcular la generación de residuos *per capita*, y su densidad.

Además, es necesario estimar el número de habitantes de cada sector. Esto se puede calcular a partir del número y tipo de edificaciones (casas o edificios residenciales), a través de informaciones existentes en el catastro inmobiliario del municipio, o en el sector de finanzas o de impuestos, que sirve para hacer el avalúo y el cobro de los impuestos municipales.

Para cada sector se puede definir una densidad media, calculada a partir del número de habitantes por vivienda.

### ***Estimación de los parámetros operacionales por sector***

Para cada sector de recolección se deben estimar los siguientes parámetros operacionales:

- distancia entre el garaje de la empresa y el sector de recolección ( $D_g$ );
- distancia entre el sector de recolección y el punto de descarga de la misma, bien sea el punto de destino final o una estación de transferencia ( $D_d$ );
- longitud total de las vías (calles y avenidas) del sector de recolección, obtenida a través de la suma de la longitud de cada una de las vías pertenecientes a cada sector ( $L$ );
- velocidad media de recolección, la cual, preferentemente, se debe medir en las rutas de recolección existentes ( $V_r$ ).

Dependiendo del sistema vial, la topografía del sitio, el número de operarios y la cantidad de residuos que deben ser recolectados por unidad de distancia (kg/km) y por carga del vehículo; esta velocidad en general varía entre 4 y 6,5 km/h.

- velocidad media de los vehículos en los recorridos entre el garaje y el sector de trabajo, o entre este sector y el punto de descarga y viceversa ( $V_t$ ); en general debe ser medida en el terreno, y puede variar entre 15 y 30 km/h, según las condiciones locales de tránsito, o si el vehículo está o no cargado, etc.

Las distancias hasta un sector de recolección ( $D_g$ ,  $D_d$ ) se pueden estimar considerando el centro geométrico del mismo.

### ***Dimensionamiento de la flota necesaria para cada sector***

La flota necesaria para la recolección en cada sector ( $N_s$ ) se puede estimar a partir de la siguiente fórmula:

$$N_s = (1/J) \times \{ (L/V_r) + 2x (D_g/V_t) + 2x [(D_d/V_t) \times (1/J) \times (Q/C)] \}$$

donde:

- J : duración útil de la jornada de trabajo del personal (en número de horas), desde la salida del garaje hasta su regreso, excluyendo el intervalo concedido para comer y otros tiempos improductivos.
- L : longitud total de las vías (calles y avenidas) del sector de recolección, en km.
- V<sub>r</sub> : velocidad media de recolección, en km/h.
- D<sub>g</sub> : distancia entre el garaje y el sector de recolección, en km.
- D<sub>d</sub> : distancia entre el sector de recolección y el punto de descarga, en km.
- V<sub>t</sub> : velocidad media del vehículo en los recorridos de trabajo y de transferencia, en km/h.
- Q : cantidad total de residuos que se debe recolectar en el sector, en t, o en m<sup>3</sup>.
- C : Capacidad de los vehículos de recolección, en t, o en m<sup>3</sup>; en general, se toma un valor que corresponde al 70% de capacidad nominal, considerando la variabilidad de la cantidad de residuos recogida cada día.

***En el dimensionamiento de la flota es conveniente considerar la generación de residuos en los días normales, y recolectar a través de horas extras, el eventual exceso generado.***

#### ***Cálculo de la flota total necesaria***

El objetivo es calcular la flota efectivamente necesaria para prestar el servicio de recolección de los residuos sólidos domiciliarios.

#### ***Vehículos***

El dimensionamiento de la flota por sector resulta en la determinación de la cantidad de vehículos necesaria para la recolección en cada sector. La flota total no es la suma de las flotas obtenidas para todos los sectores, dado que la recolección no se produce en todos los sectores en los mismos días y horarios.

La flota total corresponde al mayor número de vehículos que deben operar simultáneamente, es decir, en un mismo día y horario. Por ejemplo, en caso de que existan sólo dos sectores, uno de trabajo diurno y uno nocturno, con frecuencias diarias y flotas calculadas en cinco y cuatro vehículos respectivamente, la mayor flota necesaria es el número mayor de los dos, es decir, cinco vehículos, ya que serán cuatro de esas cinco unidades las que van a operar en horas nocturnas.

El cálculo de la flota se vuelve más complejo cuando hay muchos sectores, con frecuencias y horarios distintos. Para facilitar ese cálculo, se sugiere la elaboración de una tabla por turno u horario de trabajo, donde se indique, para cada sector, la flota necesaria por día de la semana, como se indica en la Tabla 1.

Sector	Frecuencia	Flota necesaria (vehículos)						
		Dom.	Lun.	Mar.	Miér.	Jue.	Vier.	Sáb.
A	Lun / Miér / Vier	-	3	-	3	-	3	-
B	Mar / Jue / Sáb	-	-	4	-	4	-	4
C	Diaria	-	5	5	5	5	5	5
TOTAL		-	8	9	8	9	8	9

Se debe llenar en esta tabla, para cada horario o turno de trabajo previamente definido, todos los sectores de recolección del turno en cuestión e indicar las respectivas frecuencias de servicio.

Para cada sector debe completarse -con el número de vehículos asignados - columnas correspondientes a los días de la semana en que se va a hacer la recolección.

Se totalizan las flotas para cada día de la semana. La flota necesaria para cada turno u horario de recolección corresponde a la mayor de los siete días de la semana. En el ejemplo aludido en la Tabla 1, la flota para la operación en el turno diurno corresponde a nueve vehículos.

***La flota total corresponde al mayor valor de las flotas necesarias para cada horario o turno de trabajo.***

***Al número necesario de vehículos se suele añadir un 10% de unidades adicionales como reserva para reparaciones y mantenimiento de los vehículos, y 5% para emergencias.***

***Un indicador de que el dimensionamiento de la flota puede no estar adecuado y, por lo tanto debe revisarse, es una gran diferencia (o disparidad) entre las flotas totales que correspondan a cada día de la semana para cada turno.***

### ***Personal***

Se llama «personal» al conjunto de individuos que recogen y amontonan los residuos sólidos en el camión, durante la recolección.

El número de componentes del personal de recolección varía en función, principalmente, del tipo de equipo que se utiliza, del volumen de residuos que se debe recoger y la velocidad deseable del vehículo.

Para los camiones compactadores se utilizan, además del chofer, de dos a cuatro operarios para la recolección a ambos lados de la vía.

En el caso de camiones abiertos, además de los recolectores, se necesitan una o dos personas sobre el camión que se encarguen de retirar los residuos sólidos de dentro del recipiente y devolverlo al obrero responsable de la recolección en la vía. Cuando los residuos sólidos está contenidos en bolsas plásticas, deben echarlos sobre el camión donde se encargan de organizar la disposición para aprovechar mejor los itinerarios.

En el caso de vehículos con tracción animal, normalmente se utiliza un carretero y un recolector, el cual también se encarga de acomodar los residuos sólidos sobre la carreta.

## **Etapas 5 - Definición de los itinerarios de recolección**

El itinerario de recolección es el trayecto que el vehículo recolector debe recorrer dentro de un mismo sector, en un mismo turno de trabajo, transportando el máximo de residuos con el mínimo de recorrido improductivo y con el menor desgaste posible para el personal y el vehículo.

Se llama «recorrido improductivo» a los trayectos que el vehículo recorre sin recoger residuos, y que sólo sirven para desplazarse de un punto a otro.

Para su planificación, se deben considerar los siguientes criterios y reglas prácticas:

- inicio de la recolección cerca del estacionamiento;
- término de la recolección cerca del área de descarga;
- recolección en bajada, cuando se realiza en vías pendientes, para ahorrarle esfuerzo tanto al personal como al vehículo;
- recorrido continuo: recolección en los dos lados de la vía. Sin embargo, el recorrido se deberá hacer de nuevo y en sentido inverso en las vías anchas, de doble flecha y de tráfico intenso, evitando que el personal cruce la vía.

Es usual elaborar para cada itinerario de recolección, una ruta gráfica del área en un mapa o croquis, donde se indica su comienzo y su término, el recorrido, los puntos de recolección manual (sin acceso al vehículo, siendo los residuos sólidos recogidos y cargados por el personal), trechos con recorrido muerto y maniobras especiales, como retroceso y retorno. Además, se debe elaborar una ruta descriptiva del itinerario de recolección, en forma de tabla, indicando los nombres y longitud de las calles y cuerdas en la secuencia definida por el itinerario a recorrer, al igual que el tipo de maniobra a realizar al final de cada cuadra (vuelta a izquierda o a derecha, retorno, etc.)

Se debe considerar que el proyecto de recolección es dinámico, y deberá ser revisado periódicamente, tomando en consideración las variaciones en la generación de residuos en cada sector, si fueron pavimentadas nuevas calles, etc., para modificar o ajustar las rutas originales o, inclusive, los sectores de recolección.

### ***Estaciones de transferencia***

Las migraciones desde el campo hacia la ciudad y el crecimiento vegetativo de la población provocan una expansión acelerada de la población urbana, lo cual dificulta el hallazgo de áreas adecuadas para el tratamiento y destino final de los residuos, tanto por la oposición de la población a ubicarlas en su vecindad, como por el costo de los terrenos.

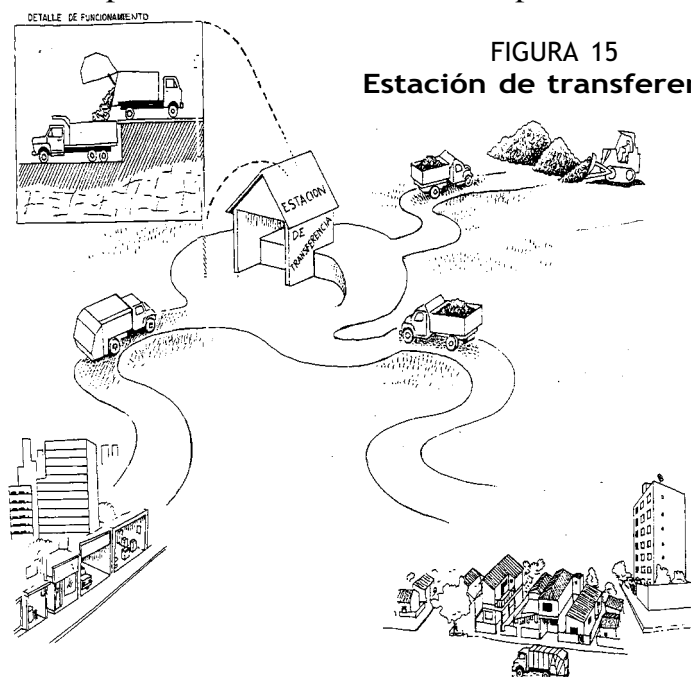
Las grandes distancias que se deben vencer hasta el punto de destino final de los residuos, recomiendan el uso de estaciones de transferencia, que acorten el recorrido de los vehículos recolectores; de este modo se economiza, y se permite un más efectivo transporte de los residuos sólidos en vehículos con capacidad entre 40 y 60 m<sup>3</sup>, en general con costos unitarios de transporte menores (Figura 15).

Las estaciones, pueden clasificarse en:

- en cuanto al medio de transporte luego de la transferencia:
  - viales;
  - ferroviarias;
  - fluviales;
- en cuanto al modo de almacenamiento:
  - con foso de acumulación
  - sin foso
- en cuanto al tratamiento físico previo:
  - con sistema de compactación de volumen
  - de simple transferencia.

Consideraciones prácticas indican que puede haber ventajas económicas en la implantación de estaciones de transferencia, a partir de una distancia límite de 6 km para camiones convencionales, y entre 12 y 25 km para camiones compactadores. Estos valores son apenas indicativos, siendo necesario un estudio comparativo que considere los costos de implantación y de operación de una estación y la economía generada con la disminución de la distancia que debe ser recorrida por los camiones recolectores.

Se debe asegurar que el tiempo invertido en la descarga de los vehículos recolectores sea minimizado y se evite la formación de colas, debido a que ese tiempo improductivo de espera disminuye la disponibilidad de los vehículos para la tarea de recolección.



## 5 Residuos de los servicios de salud y hospitalarios

### Recolección

La recolección de los residuos de los servicios de salud debe ser hecha de forma diferenciada, procurando:

- un destino apropiado;
- evitar la contaminación de los residuos comunes;
- el manejo seguro de los residuos contaminantes.

La gestión adecuada de la recolección de los residuos de salud, en especial de los residuos peligrosos (infecciosos, químicos o radioactivos) es fundamental para evitar riesgos a la salud pública.

Los residuos deben ser recolectados en todos los establecimientos que prestan servicios en el área de la salud, los cuales pueden clasificarse en:

- generadores grandes: hospitales, centros de primeros auxilios, etc.;
- generadores pequeños: farmacias, laboratorios, clínicas dentales y veterinarias (la producción de residuos que no deben exceder los 0.15 m<sup>3</sup> diarios, o 0.7 m<sup>3</sup> semanales). (1 m<sup>3</sup> = 1000 L)

La recolección de los residuos de los servicios de salud comprende una fase interna y una fase externa.

#### Fase interna

En la fase interna, el manejo de los residuos debe evitar la contaminación en el interior de los establecimientos de salud, cuyos ambientes favorecen la propagación de infecciones. Esta fase implica:

- revisión y separación de los desechos;
- transporte interno;
- acondicionamiento.

#### Clasificación

La clasificación tiene como propósito separar los desechos en <sup>31</sup>:

I) Desechos Comunes;

II) Desechos Contaminados;

A su vez éstos se subdividen en:

II.1) Infecciosos;

II.2) Punzantes o cortantes;

II.3) Especiales.

***Se deben clasificar aquellos residuos que por prevención de contaminación del ambiente y/o ventajas económicas justifican la recuperación de materiales, tales como: películas de radiografía y productos de revelado, termómetros, papeles, cartones y restos de alimentos.***

#### Transporte interno

Cada establecimiento debe establecer circuitos apropiados para el transporte de desechos, evitando confundir los circuitos "limpio" y "sucio". Debe además, estudiar la interfase espacial y temporal con las demás actividades de transporte de enfermos y alimentos, entre otras.

Cuando no es posible establecer clasificación entre las diversas clases de residuos es recomendable que todo el conjunto sea tratado como peligroso.

***Acondicionamiento (ya tratado en el Punto 1 de este Capítulo)***

## Fase externa

Diariamente, los residuos contaminados deben ser recolectados en vehículos con carrocería metálica, cerrada, de fácil operación de carga y descarga, y lavados con productos desinfectantes. Se deberán utilizar los siguientes vehículos:

- vehículos para la recolección de pequeños generadores;
- camiones compactadores para la recolección de grandes generadores.

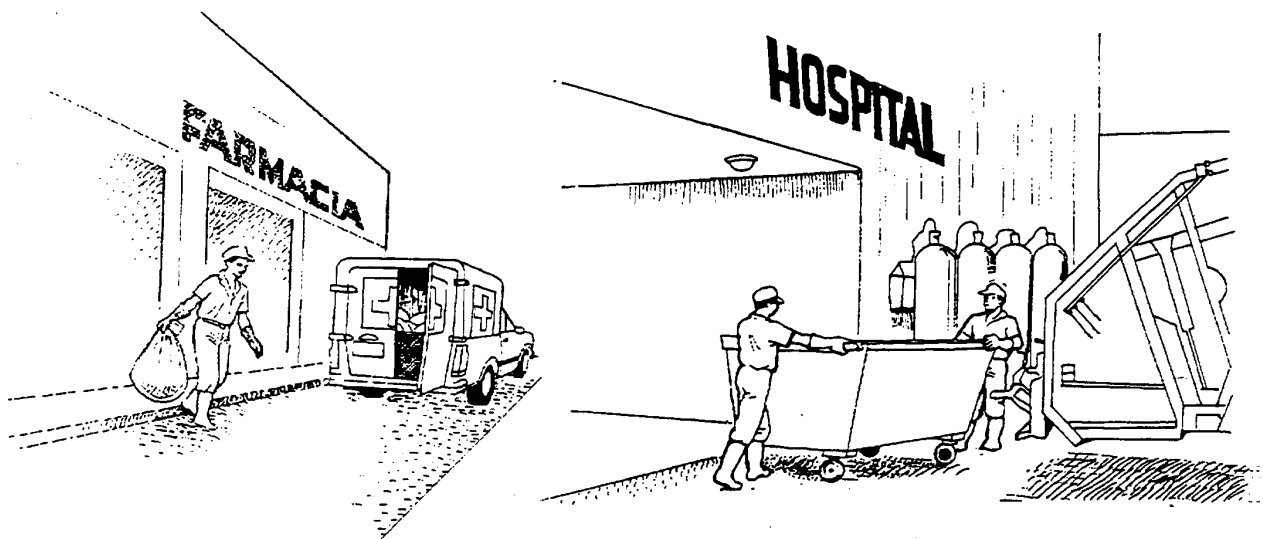
En estos camiones, el grado de compactación debe ser mínimo para evitar que las bolsas se rompan. Deben también poseer equipo para levantar contenedores y canaleta para la recolección de líquidos.

El personal asignado a la recolección y transporte de residuos contaminados, generalmente un chofer y uno o dos ayudantes, deben trabajar con guantes y botas, estar vacunados (contra la hepatitis y el tétano), y someterse a exámenes médicos periódicos (Figura 16).

Al implantar este tipo de recolección de residuos, todos los establecimientos deben ser registrados y orientados acerca de la forma como deben acondicionar los residuos, día y horario en que se hará la recolección.

La ABNT de Brasil tiene las NBR-12807, 12808, y 12809 relativas a la gestión de residuos de servicios de salud. (Anexo B)

FIGURA 16  
Recolección de residuos contaminados



## 6 Costos de recolección y transporte

El control de los gastos y el cálculo de los costos de la recolección son aspectos importantes, que permiten:

- gestión adecuada de los recursos humanos y materiales;
- planificación de los servicios;
- actualización de la tasa de aseo, con miras en la cobertura integral de los servicios de limpieza pública;
- elaboración del presupuesto municipal;
- negociación en condiciones de igualdad con la empresa contratada para prestar el servicio (información es poder);
- cálculo de las tarifas que se le deben cobrar al ciudadano por la prestación del servicio.

Cabe destacar que la determinación de los costos de una empresa de recolección de residuos es efectuada principalmente por motivos contables legales. Adicionalmente, la clasificación y el cálculo correcto de los costos son fundamentales para evaluar el desempeño de los servicios de la empresa como un todo, mejorando la toma de decisiones.

En el caso de la intendencia, esas informaciones son necesarias para que la eficiencia de las empresas prestatarias de los servicios de recolección de residuos pueda ser evaluada, y permiten determinar la remuneración que debe darse por tales servicios.

De todos modos, esa evaluación se puede hacer comparando servicios con características semejantes, u observando la evolución de la empresa de aseo urbano o de su servicio a lo largo del tiempo.

*La intendencia que sabe cuánto gasta realmente puede cobrarle al ciudadano una tarifa justa.*

## Clasificación de los costos

Los costos se pueden clasificar en fijos y variables. Los costos fijos comprenden los gastos que, en la práctica, no varían con el nivel de actividad de la empresa o el grado de utilización de los equipos. En cambio, los costos variables son proporcionales a la utilización de los equipos.

Esta clasificación, por otra parte, es insuficiente para evaluar la efectividad de los servicios y prever el efecto de los cambios introducidos. Algunos costos pueden estar directamente asociados a las distancias recorridas por los camiones como, por ejemplo, el consumo de combustible. Otros están asociados con el número de horas de operación de los vehículos, como el consumo de lubricante utilizado para activar el compactador. Este detalle en la composición de los costos es importante para una mayor transparencia y evaluación de las transformaciones que se vayan a introducir.

### *Costos fijos*

Costos mensuales (\$/mes)

- Costos Relacionados con la Flota

A este grupo pertenecen los siguientes costos: depreciación de los vehículos, pago del capital invertido en los vehículos, seguros (inclusive el seguro obligatorio), impuestos, patentes, etc., y dependen básicamente del tipo, cantidad y edad de los vehículos.

- Depreciación de los Vehículos

Para obtener el costo de depreciación de la flota, se le calculan a cada unidad incluyendo el compactador cinco años de vida útil. El valor a ser depreciado es normalmente 80% del precio del vehículo nuevo (sin cubiertas), considerándose un valor residual de 20%.

En este caso, las tasas de depreciación para cada edad del vehículo, calculadas por el método de suma de los años, son:

0 a 1 años	0,2667;
1 a 2 años:	0,2133;
2 a 3 años:	0,1600;
3 a 4 años:	0,1067;
4 a 5 años:	0,0533;
más de 5 años:	0.

En algunos casos se puede considerar una depreciación de hasta 90% del precio del vehículo nuevo.



***La consideración de la vida útil de los vehículos, al igual que la de su deprecación, influye en el cálculo de los costos de la recolección, y se deben estimar con mucho cuidado.***

La depreciación mensual de cada vehículo, al año, se obtiene multiplicando su valor (sin cubiertas) cuando nuevo, por la tasa correspondiente a su edad y dividiendo ese resultado por doce (número de meses).

La depreciación mensual de la flota se obtiene sumando los valores mensuales de depreciación de cada vehículo.

La depreciación por el método lineal, por su simplicidad, también es muy utilizada. De todos modos, el cálculo por el método de la suma de los años, por resultar en mayor depreciación al comienzo de la vida útil, presenta ventajas fiscales.

- Pago del Capital Relacionado con la Flota

Para el cálculo del pago anual del capital invertido en los vehículos se adopta la tasa de 12% anual. El resultado obtenido, dividido entre 12, da el pago mensual.

El valor de cada vehículo se paga, de acuerdo con su edad, deduciendo lo que fue depreciado de su valor cuando nuevo, de acuerdo con la siguiente tabla de factores multiplicadores:

0 a 1 años:	1,0000;
1 a 2 años:	0,7333;
2 a 3 años:	0,5200;
3 a 4 años:	0,3600;
4 a 5 años:	0,2533;
más de 5 años:	0,2000.

El pago mensual de cada vehículo, en el año, se obtiene multiplicando su valor (sin cubiertas) cuando nuevo, por el factor correspondiente a su edad y multiplicando ese resultado por 0,01 (1%).

El pago mensual de la flota se obtiene sumando los valores mensuales de pago de cada vehículo.

- Otros Costos Relacionados con la Flota

Además, se considera la suma de los costos de seguro de casco, seguro obligatorio, impuestos, patente de cada vehículo, etc., dividida por los doce meses del año.

• Costos Relacionados con las Instalaciones y Equipos

Para las instalaciones (edificios y garajes) y equipos (máquinas, vehículos auxiliares y mobiliario), no utilizados directamente en el servicio de recolección de residuos, se calculan los costos mensuales de depreciación, el pago de capital, impuestos, tasas, etc.

La determinación de la depreciación y pago de las instalaciones y equipos se puede obtener del balance de las empresas. En el caso de las instalaciones, por tener una vida útil larga (cincuenta años) en relación con otros bienes, la fracción de depreciación resultante puede no ser significativa. De hecho, es posible que en lugar de una depreciación, haya una valorización en función del cambio de la alteración del uso del suelo.

• Costo de la Mano de Obra

El costo de la mano de obra puede ser dividido en mano de obra directa y mano de obra indirecta. La mano de obra directa está relacionada con la actividad de recolección propiamente dicha. La mano de obra indirecta comprende las actividades administrativas, de apoyo y de fiscalización.

- Mano de Obra Directa

Comprende los salarios, cargas sociales, pago de horas extras y beneficios concedidos (comidas, asistencia médico-odontológica, etc.) a los choferes y recolectores. Para evaluar

medidas de eficiencia, se pueden separar los costos correspondientes a los choferes de los de los recolectores.

- Mano de Obra Indirecta

Comprende los salarios, cargas sociales, pago de horas extras y beneficios concedidos a los mecánicos, supervisores y empleados administrativos. Para evaluar medidas de eficiencia, se pueden separar los costos debidos a los mecánicos y supervisores, de los demás.

- Otros Costos Fijos Mensuales

Se incluyen los costos de material de escritorio, servicios de terceros, uniformes, agua (consumo humano), energía eléctrica, teléfono, gas, etc.

### **Costos variables**

- Costo por Kilómetro Recorrido (\$/km)

Caen dentro de esta categoría: combustibles, aceites lubricantes (cárter, transmisión, freno, etc.), grasas, filtros, conjunto de rodamiento (cubiertas, cámaras y protectores), piezas de repuesto de los camiones, etc. Se calculan de esta forma:

- se dividen las cantidades de insumos consumidos por cada vehículo, por el número de kilómetros recorridos;
- se multiplica el consumo por kilómetro por el precio de cada insumo;
- se suman los costos por kilómetro de los insumos de todos los vehículos.

En el caso de las cubiertas, se debe tener en cuenta el costo de la cubierta nueva, su vida útil, las reparaciones y sus respectivas vidas útiles, como se indica a continuación:

$$\text{costo de las cubiertas por km} = N \times \frac{CN + R \times CR}{VN + R \times VR} =$$

donde:

N	=	número de ruedas del vehículo
R	=	número de recauchutajes
VN	=	vida útil, en km, de un cubierta nueva
VR	=	vida útil, en km, de un cubierta recauchutada
CN	=	costo de una cubierta nueva
CR	=	costo de un recauchutaje

En el caso de piezas de repuesto de los camiones, los gastos totales se dividen por el número de kilómetros recorridos.

- Costo por Hora de Operación de los Vehículos ( \$/h).

En esta categoría se incluyen, por ejemplo: lubricantes, fluido hidráulico consumido por el compactador, y piezas sustituidas.

Ese costo se calcula de la siguiente forma:

- se dividen las cantidades de los insumos consumidos por cada vehículo, por el número de horas de operación;
- se multiplica el consumo horario por el precio de cada insumo;
- se suman los costos horarios de insumos de todos los vehículos.

En el caso de piezas de repuesto de los compactadores, se dividen los gastos totales por el número total de horas trabajadas.

## **Costos unitarios**

Los costos pueden ser sumados de acuerdo con el análisis deseado. De este modo, se puede prever el impacto de los cambios que ocurren, o alteraciones introducidas, sobre la(s) empresa(s) y, consecuentemente sobre la remuneración de los servicios prestados. La clasificación ya indicada, permite hacer una estimación bastante precisa del costo que implica cada alteración, como, por ejemplo, el cambio de lugares de disposición final de los residuos sólidos.

***Para obtener una estimación rápida del costo al comenzar o ampliar un servicio de recolección, se pueden utilizar los costos unitarios de los servicios ya existentes. Son ejemplos de costos unitarios: el costo kilométrico, el costo medio por tonelada recolectada y el costo medio por persona atendida.***

Esos tres costos unitarios están también relacionados con la eficiencia de la empresa recolectora. Es posible, inclusive, determinar la eficiencia de un vehículo, de una ruta o de un sector de recolección, con sólo añadir los costos variables por vehículo, ruta o sector y promediar el costo fijo con el kilometraje correspondiente.

#### ***Costo kilométrico***

El costo kilométrico se obtiene dividiendo el costo anual (o mensual) total de la recolección, incluyendo los costos fijos y los variables, entre el kilometraje total recorrido en un año (o en un mes) por los vehículos.

#### ***Costo por tonelada***

Del mismo modo, el costo medio por tonelada se obtiene dividiendo el costo total de la recolección de un período de tiempo, por la cantidad total de residuos recolectada, en toneladas en ese período.

#### ***Costo por persona atendida***

El costo medio por persona atendida se obtiene dividiendo el costo total de la recolección de un período de tiempo, por el número de personas atendidas en ese tiempo.

### **Comparación con otras ciudades**

Al comparar costos y precios entre ciudades, se debe tener presente:

- ciudades más grandes tienden a tener costos unitarios de recolección menores que las ciudades pequeñas, debido a la economía de escala;
- ciudades de un mismo tamaño pueden tener costos diferentes, en función de variaciones significativas en algunos parámetros, como: densidad poblacional, distancia del área de descarga, condiciones de las vías, etc.;
- el costo que se compara puede no representar la calidad necesaria en la prestación de los servicios.

Por lo tanto:

- los precios que se dan en otras ciudades deben servir como indicadores no concluyentes;
- en virtud de los altos valores involucrados en la recolección, sea cual fuere el modelo de gestión adoptado, la adecuación de costos es fundamental.

## **7 Evaluación de la efectividad**

Además de los tres costos indicados en el punto anterior, se pueden buscar otros aspectos, para evaluar la efectividad de la empresa o del servicio.

### **Medidas de productividad**

- Toneladas recolectadas/(vehículo x turno): indica cuántas toneladas son recolectadas por cada vehículo o grupo de vehículos que participan en un turno de trabajo. Se observaron valores de 4 y 8 toneladas por viaje, para un promedio de dos viajes por turno (para un camión compactador con capacidad de 10 a 15 m<sup>3</sup>);

- km de recolección/(vehículo x turno): indica cuántos kilómetros de recolección son recorridos por cada vehículo o grupo de vehículos, en un turno.

Valores bajos para los dos indicadores son indicios de que la recolección es poco eficiente. Un elevado kilometraje y un bajo tonelaje, pueden ser causados por poca densidad de residuos. Un elevado tonelaje y un bajo kilometraje, pueden ser causados por una alta densidad de residuos.

## Indicadores de eficiencia operacional

### *Utilización de los vehículos*

- velocidad media de recolección: representa la velocidad media del (de los) vehículo(s) durante el proceso de recolección. Se mide en km/h. Sin embargo, se utiliza también: kg/h, y m<sup>3</sup>/h;

- km de recolección/(km de recolección y transporte): indica la relación entre la distancia recorrida en la recolección, y la distancia recorrida en la recolección y el transporte hasta el sitio de disposición final o la estación de transferencia (ida y vuelta). Se utiliza también la relación: tiempo de recolección/tiempo de recolección y transporte;

- km de recolección/km totales: semejante al cálculo anterior, considera también el recorrido desde el garaje hasta el sitio de recolección (ida y vuelta). Se utiliza, además, la relación: tiempo de recolección/tiempo total;

- tonelaje de recolección/capacidad: relación entre lo recolectado por el (los) vehículo(s) y su(s) capacidad(es) para un determinado número de viajes. Es importante observar que, en la fase de dimensionamiento de las rutas, los vehículos, tipo de los mismos y flota, se utiliza un coeficiente de 0,7 para esa relación.

### *Utilización de mano de obra*

- empleados recolectores/(población atendida x 1.000): se observaron valores de 0,2 a 0,4 para Latinoamérica<sup>23</sup>;

- tonelaje recolectado/(turno x recolector): considerando turnos de 8 horas, se observaron valores entre 2 y 5 para Latinoamérica<sup>23</sup> y 5 y 8 para los EUA, donde la recolección posee un grado mayor de mecanización<sup>23</sup>;

- mano de obra directa/mano de obra indirecta: expresa la relación entre el número de operarios que trabajan directamente en la recolección, y el número de empleados administrativos y de apoyo. Se puede calcular también el costo de la mano de obra directa sobre el costo de la mano de obra indirecta, en un determinado período.

### *Mantenimiento*

- kilometraje medio entre fallas: la medida para uno o más vehículos, está relacionada con la eficiencia del mantenimiento preventivo. De todos modos, se debe tomar en consideración las edades de los vehículos;

- vehículos disponibles/flota: está relacionada con la eficiencia general del mantenimiento.

## Indicadores de calidad

- población atendida/población total: es ideal atender un 100% de la población;
- regularidad: la regularidad puede ser medida como porcentaje entre las recolecciones efectuadas en un período de tiempo, y el total de recolecciones planificadas;

- frecuencia: dependiendo de la zona y de la cantidad de residuos generados, se adopta una frecuencia diaria para la recolección domiciliaria y para los servicios de salud, y hasta más de una vez por día en sitios donde se producen grandes cantidades de residuos (centros comerciales) o lugares de turismo y de esparcimiento. Dependiendo de la forma como los residuos sólidos domiciliarios es almacenada, se podría reducir la frecuencia a una vez por semana, como sucede en los EUA, donde se utilizan contenedores basculantes,

molinos en los desagües de las cocinas que trituran desechos, y se está extendiendo el uso de compactadores de residuos familiares. En la mayor parte de Uruguay la costumbre es la recolección diaria.

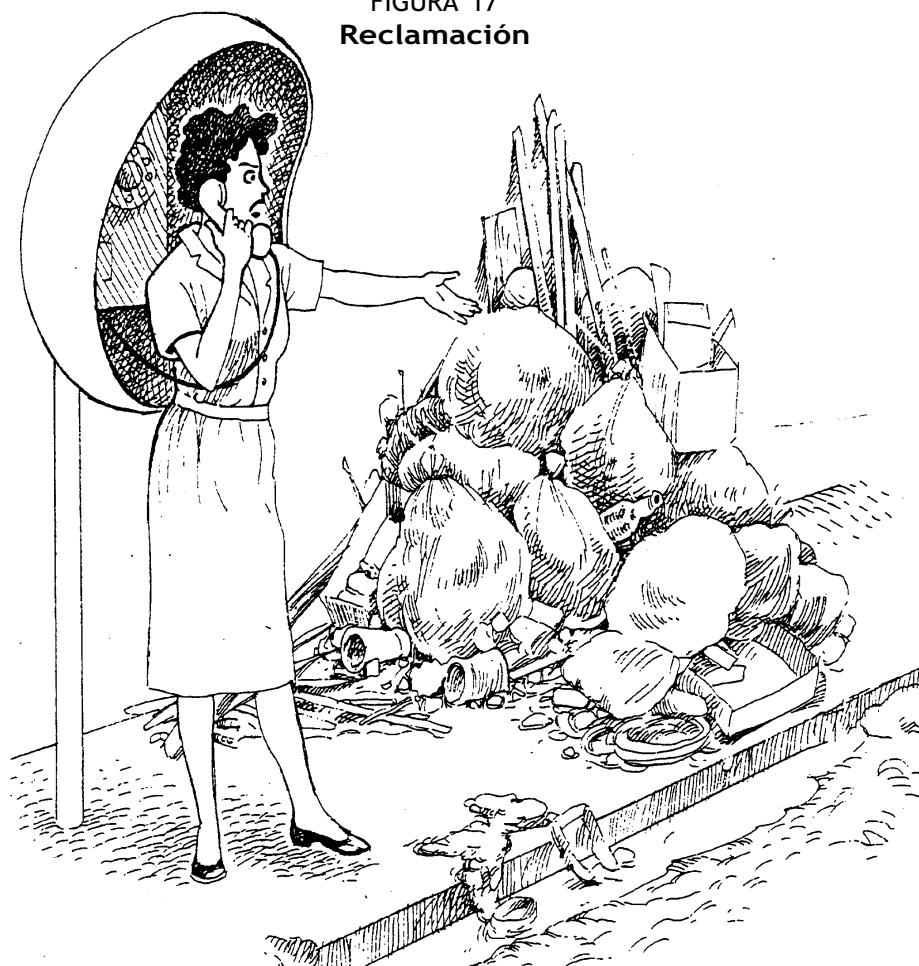
### Nivel de seguridad

- kilometraje medio entre accidentes con vehículos: medida del grado de seguridad en la conducción del (los) vehículo(s) por parte del (los) chofer(es);
- tiempo medio entre accidentes del personal: medida del grado de seguridad en la actividad de recolección.

Es fundamental la evaluación periódica de la eficiencia de los servicios de recolección domiciliaria, tanto si es efectuada directamente por el municipio, o a través de una empresa contratada.

***La población puede contribuir efectivamente a evaluar la eficiencia de los servicios. Por tanto, es importante establecer un canal de comunicación directa (en Brasil existe el disque limpieza).***

***Sin embargo, si el poder público no toma las medidas que se sugieren, ese instrumento de comunicación puede caer en descrédito. Los reclamos hechos pueden ser registrados, verificados y/o confirmados, y transformados en índices de la eficiencia del servicio. (Figura 17)***



## 8 Aspectos institucionales

Es importante distinguir los residuos sólidos urbanos de los residuos que, por sus características, exigen un tipo especial de acondicionamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final.

La recolección de los residuos sólidos urbanos y domiciliarios es incumbencia de la municipalidad. Consiste en la prestación de un servicio esencial que no se presenta como un servicio facultativo, sino un deber de la administración pública. En cambio, la recolección de residuos sólidos industriales y otros especiales es facultativa para la municipalidad. Constituye obligación del generador realizar el acondicionamiento adecuado, transporte y destino final.

En las ciudades medias y pequeñas prevalece la administración directa. En las ciudades grandes existe la tendencia a crear entidades autónomas - empresas públicas, para-estatales o de economía mixta, que poseen un sistema administrativo independiente de la burocracia municipal - aspirando a una mayor agilidad y autonomía operacional y administrativa. Sin embargo, aunque las actividades administrativas, de formulación de políticas y de administración estén bajo la responsabilidad del municipio o de su empresa, se observa, en la parte operacional, una creciente concesión de los servicios a empresas privadas.

Hasta ahora los servicios de limpieza sólo se financian a través de tasa vía impuestos, no habiendo posibilidades de cobrar por medio de tarifas como ocurre con la luz y el agua. Para lo que entre otros cambios habría que introducir un seguimiento de la cantidad de personas por residencia.

## 9 Otros servicios de limpieza

### Barrido

La recolección de residuos de las calles y lugares públicos (plazas, playas, parques), se puede hacer manual o mecánicamente. Tiene como objetivo:

- minimizar riesgos a la salud pública;
- mantener limpia la ciudad;
- prevenir inundaciones y desbordamientos de ríos y curso de aguas.

El barrido, hecho por administración pública o por una empresa contratada, implica gastos significativos y se debe realizar a través de un plano de barrido, en el cual se establezcan:

- sectores de la ciudad, y sus respectivas frecuencias de barrido;
- rutas y número necesario de barrenderos y equipo;
- productividad esperada;
- análisis de costos para calcular el impuesto relativo a los servicios prestados.

#### Concientización de la ciudadanía

Limpiar una calle es diferente de mantener una calle permanentemente limpia.

Calles limpias, cestos para residuos en sitios convenientes, campañas permanentes de educación y una rigurosa fiscalización del cumplimiento de las ordenanzas municipales funcionan como elementos inhibidores para las personas que están acostumbradas a tirar residuos por todas partes.

La limpieza de las veredas y calles no depende sólo de las iniciativas de la intendencia, sino principalmente, de la educación y conciencia ciudadana.

Se deben promover campañas educativas junto con la comunidad, para que los residuos sólidos sean colocados en tachos. Papeles, embalajes, palitos, cigarrillos y otros objetos que suelen echarse a la acera, pueden ser fácilmente colocados en un cesto, manteniendo la apariencia limpia de la calle y valorizando la ciudad como un todo. La limpieza de las calles es un elemento importante en la atracción de turistas, que suelen observar detalles de los lugares que visitan.

Existen países donde es corriente que las personas que tiran residuos fuera de los cestos reciban multas, inclusive en autopistas. Esas multas pueden llegar a centenas de dólares.

Además de valorizar la ciudad, la realización de campañas del tipo "mantenga limpia su ciudad" reduce los costos del barrido, ya que entonces los residuos sólidos se encontrarán concentrados en los cestos. (Figura 18)

Como ejemplo, se puede citar África del Sur, que a pesar de poseer un 80% de población de escasos recursos, presenta calles más limpias que en los Estados Unidos. Allí existe una campaña fortísima de "Keep South Africa Beautiful" (Mantenga Sudáfrica Hermosa).

FIGURA 18  
Símbolo internacional para descarte de residuos



### ***Barrido manual***

Para la elaboración de un plano de barrido, son necesarias informaciones gráficas de:

- delimitación del área;
- topografía;
- tipo de pavimentación;
- uso del suelo;
- extensión de las vías;
- circulación de peatones;
- localización de los cestos;
- cualquier otra información que pueda tener relación con el barrido, como, por ejemplo, localización de los mercados, parques, paradas de ómnibus, etc.

La ubicación de instalaciones de apoyo, que incluyan comedor, sanitarios, vestuarios, garaje, sala de administración y equipos, se debe estudiar con cuidado, ya que, si la ciudad es extensa, una instalación única puede significar una notable pérdida de tiempo con los traslados y desplazamientos.

***Debido al carácter permanente del servicio de barrido, se puede justificar la inversión en instalaciones de apoyo, en caso de que la comunidad local solicite una extensión de los servicios, y si todos están dispuestos a pagar su respectiva cuota.***

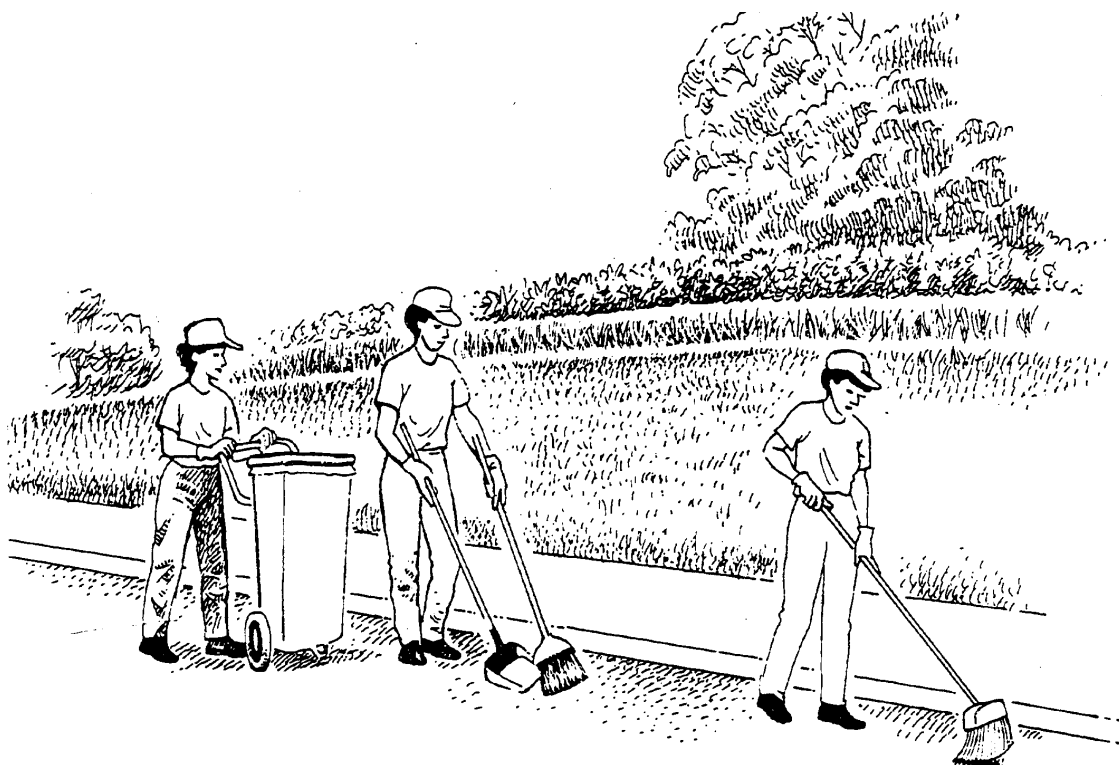
En los alrededores de esos puntos de apoyo, se definen sectores de barrido con un radio aproximado de 800 m. Las rutas podrán ser cubiertas por dos barrenderos y un auxiliar que movilice el carrito<sup>18</sup>.

Los recorridos deben ser circulares y siguiendo el sentido de las pendientes, de modo

tal, que cada barrendero, partiendo del lugar de apoyo, finalice su tarea regresando al punto de inicio (Figura 19).

*El barrido nocturno puede representar una productividad sorprendente, por la ausencia de vehículos y peatones, con equipos trabajando en turnos de 12 horas por 36 horas de descanso.*

FIGURA 19  
Barrido



La frecuencia del barrido es función directa del tipo de uso del suelo:

- mayor en áreas de gran flujo de peatones;
- menor en zonas residenciales.

#### ***Barrido mecánico***

Se realiza con máquinas barrenderas, las cuales, según el chasis, se pueden clasificar en:

- normal -con 4 ruedas;
- triciclo -más manejables.

En cuanto al sistema para recoger los residuos sólidos, las máquinas barrenderas se pueden clasificar en:

- mecánicas -recogen los desechos por medio de una escoba que barre y acumula los residuos dentro de la máquina;
- aspiradoras -absorben los residuos directamente adentro de la máquina.

*Como referencia, se puede tener un rendimiento de personal barriendo de 1.000 a 2.500 m de calle por día, considerando las aceras de ambos lados recogiendo de 30 a 90 Kg de residuos/Km barrido, con 0,4 a 0,8 barrenderos por cada 1.000 habitantes<sup>23</sup>.*



Además del barrido, los lugares públicos, plazas, playas y el sistema de alcantarillas y drenaje urbano de las aguas de lluvia de una ciudad, necesitan de servicios complementarios, para su mantenimiento.

## **Deshierba y corte del pasto**

La deshierba puede ser manual o por tratamiento químico con herbicidas, y se debe hacer, en promedio, cada tres meses. Una planificación más detallada debe considerar la velocidad de crecimiento de la mata, que varía significativamente según la estación del año.

En la deshierba manual se utilizan herramientas como palas, machetes, escardillos, picos y carretillas, por parte de equipos de empleados generalmente numerosos. Para dimensionar ese contingente de operarios, algunas ciudades adoptan la proporción de 150 m<sup>2</sup>/día/obrero.

En el tratamiento químico, una persona puede fumigar (espolvorear) un área de 10 mil m<sup>2</sup>/día. Ese servicio, sin embargo, puede afectar animales, plantas, la población próxima y al mismo operador, y no se recomienda en período lluvioso. Existen controversias en cuanto a su utilización. De todos modos, en caso de que se adopte, se recomienda solicitar la orientación de un ingeniero agrónomo en cuanto a la elección del producto y su dosificación, debido a la posibilidad de causar daños al ambiente y a la población.

Cuando se desea mantener una cobertura vegetal a fin de evitar deslizamientos de tierra y erosión, o por razones estéticas, se hace necesario cortar periódicamente el pasto. Para ello se pueden utilizar, el machete, que presenta un rendimiento de 200 a 300 m<sup>2</sup>/día/persona, cortadoras mecánicas individuales, con un rendimiento 50% superior o, inclusive, microtractores cortapastos.

La deshierba de terrenos y paseos particulares, debe ser realizado por sus propietarios, orientados por la fiscalización del servicio de aseo urbano.

## **Limpieza de playas**

La frecuencia de la limpieza y el número de equipos en las playas deben ser mayores en épocas de gran afluencia, como vacaciones, días de asueto y fines de semana.

Cestos para los residuos sólidos y tambores deben estar colocados a lo largo de la playa, y ser vaciados sistemáticamente y conservados limpios.

La limpieza manual se puede hacer por grupos de trabajadores provistos de rastrillos, y la limpieza mecánica por medio de máquinas rastrilladoras.

***Campañas del tipo “Mantenga la playa limpia”, en coordinación con la iniciativa privada, con distribución de bolsas de residuos, son también importantes.***

## **Limpieza de sitios o calles donde hay ferias libres.**

La limpieza de las ferias libres se debe hacer inmediatamente después de su conclusión, por parte de los mismos generadores de residuos, o de personal provisto de escobas, palas y carretillas o carritos de mano. El lavado, especialmente de las áreas donde fueron vendidos pescado y carnes, se debe complementar con la aplicación de desinfectantes o desodorantes. Cuando haya un volumen grande de residuos, se pueden utilizar contenedores.

Debe haber también un trabajo de fiscalización del aseo, en el sentido de orientar a los feriantes para que acondicionen sus residuos.

## **Limpieza del alcantarillado, cloacas y cauces**

La limpieza de las alcantarillas puede ser realizada manualmente por uno o dos trabajadores, provistos de palas, picos y ganchos, o mecánicamente por una unidad provista de aspirador, motor y manguera para succionar el agua, llamado eductor.

Se deben limpiar con regularidad todas las alcantarillas, pero dándole la preferencia a:

- sitios con gran afluencia de peatones, donde todavía el servicio de barrido no ha sido establecido;
- áreas expuestas a inundaciones y desbordamientos.

En la limpieza de cloacas, es fundamental la existencia de un catastro que indique su posición.

La limpieza de cauces también debe ser programada pensando en los desbordamientos y en la ausencia de saneamiento, para evitar los malos olores y la proliferación de insectos y alimañas. La limpieza de las márgenes se puede hacer por medio del corte de pasto y la recolección de los residuos sólidos acumulados. El cauce mismo se puede limpiar tanto manualmente, como por medio de una draga o de una retroexcavadora.

## **Remoción de animales muertos**

La remoción de animales muertos de gran tamaño se puede hacer utilizando camiones provistos de carrocería cerrada o no munidos de un guinche.

Es necesario divulgar un canal de contacto con la intendencia o directamente con la limpieza (por ejemplo, un número de teléfono específico) ya que este servicio se presta por demanda puntual.

## **Pintura de la señalización de las calles**

En algunos casos este servicio es prestado por el departamento responsable por la limpieza urbana como complementación de los servicios de barrido.

Además de darle realce a la limpieza del sitio público/calle, la pintura de las calles y los pasos peatonales es útil en la orientación del tránsito automotor y peatonal. La frecuencia adoptada en el plano de mantenimiento, es decir, el retorno regular para repasar la pintura, depende del tipo de material utilizado, como cal y látex y la calidad (aspecto) que se desea darle al sitio.

## **Recolección de residuos voluminosos y escombros**

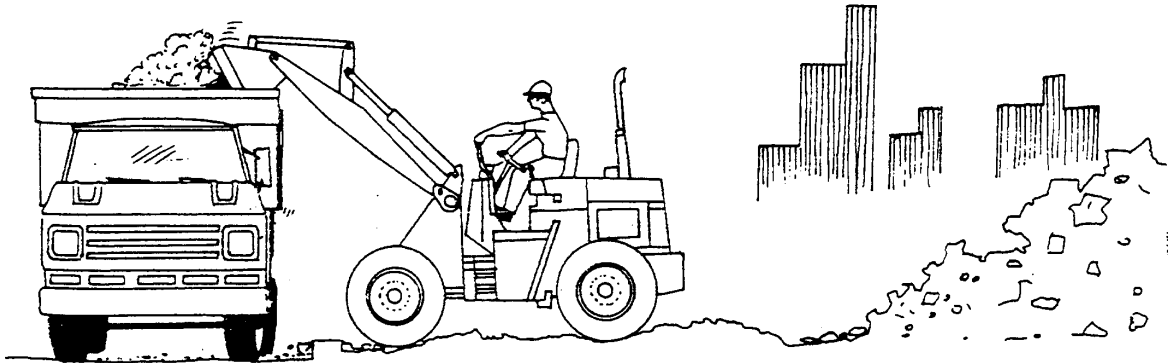
Uno de los problemas que enfrentan a diario las administraciones municipales es la eliminación de montones de residuos de las más distintas naturalezas, que no son removidos por la recolección regular. Esos residuos son tirados clandestinamente en todo tipo de áreas, como terrenos públicos y particulares, carreteras, paseos y áreas verdes, donde favorecen la proliferación de vectores, obstaculizan el tránsito de vehículos y peatones, y deterioran el ambiente y el paisaje urbano.

***Las actividades de fiscalización de la limpieza pública es fundamental en la prevención de los vertidos clandestinos. Se debe orientar a la población sobre áreas autorizadas para el descarte de residuos y actuar firmemente con las personas sorprendidas en flagrante.***

La recolección de residuos voluminosos es hecha generalmente por camiones basculantes o de carrocería de volteo, asociados o no a palas mecánicas. Dicha recolección puede planificarse de tal modo que se optimice la utilización de los equipos de la intendencia (Figura 20).

El sistema más usual, aunque el de menor racionalidad técnica, es el de recolectar los residuos de acuerdo con reclamos específicos que provengan de diversos puntos de la ciudad.

FIGURA 20  
Camión de carrocería asociado a pala mecánica



***Otro sistema de recolección de residuos voluminosos es el de operativos permanentes, mediante los cuales la intendencia sectoriza la ciudad y programa la recolección, informando previamente a la población sobre la fecha de la misma.***

Este tipo de recolección presenta algunos inconvenientes, como la excesiva demora del retorno a un sector ya atendido, obligando a la población a permanecer con los residuos por largo tiempo, mientras la flota está permanentemente ocupada en la remoción de desechos.

El sistema que tal vez sea más razonable es el que invierte el concepto de recolección realizada por la administración municipal, transfiriendo la responsabilidad al ciudadano. Puede hacerse estableciendo y divulgando en los barrios los «sitios de escombros», a semejanza de los *amenity sites* ingleses o las *décheteries* francesas. Ocupando áreas pequeñas, con preferencia aquellas ya utilizadas para la descarga clandestina, pero cercadas y bajo la coordinación de un empleado, pueden funcionar como áreas de recepción y almacenamiento temporal de residuos traídos por el ciudadano, y no recogidos por los camiones del aseo en su recorrido regular. Esos residuos, posteriormente, serán transferidos a sitios más amplios por la administración municipal, y allí podrán ser reciclados o dispuestos en rellenos sanitarios.

La recolección especial, por parte de la administración mediante la solicitud y pago del servicio está prevista en varios reglamentos municipales. En caso de que haya otras prioridades para la flota, es posible asignar ese servicio a camioneros particulares registrados en la intendencia y debidamente informados sobre las áreas y tipos de residuos permitidos.

## Referências

- 1 ACOLETA seletiva de lixo. Inovação Urbana, oct. 1990.
- 2 AMAZONAS, M. Como implantar a coleta seletiva de lixo. Revista FEEMA, n.3, p.38-41, ene./feb. 1992.
- 3 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Caçamba estacionária de 0,8m<sup>3</sup>, 1,2m<sup>3</sup> e 1,6m<sup>3</sup> para coleta de resíduos sólidos para coletores compactadores de carregamento traseiro; terminologia : Projeto 05:001.06-037. São Paulo, 1993.
- 4 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Coleta e acondicionamento de resíduos sólidos urbanos; terminologia: NBR 12-980. São Paulo, 1993.
- 5 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Coletor compactador de resíduos sólidos e seus principais componentes; terminologia : Projeto 05:001.06-32. São Paulo, 1993.
- 6 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Resíduos de serviços de saúde; terminologia : NBR 12-807. São Paulo, 1993.
- 7 CAMARA MUNICIPAL DE LOURDES. Departamento de ambiente. Sistema integrado de resíduos sólidos do município de Lourdes, Portugal. Lourdes, 1992. 43 p.
- 8 CAMPOS, H.K.T. et al. Serviços de limpeza urbana: importância e planejamento. Uberaba : Associação Nacional dos Serviços Municipais de Água e Esgoto, 1992 (Curso de Perfeccionamento, nov. 1992).
- 9 ACCIOLY, G.A. et al. Lixo urbano: três estudos sobre coleta e tratamento. 2. ed. Rio de Janeiro: BNDES, 1987. 65 p. (Cuadernos Finsocial, 4).
- 10 CLAUDIO, J.R.. et al. Diretrizes para a destinação final dos resíduos sólidos no município de São Paulo. Diário Oficial do Município de São Paulo, São Paulo, 3 dic. 1992. 56 p.
- 11 CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO URBANO. Limpeza pública. São Paulo: CETESB, 1979. 126 p.
- 12 CURSO sobre gerenciamento de resíduos sólidos. 1990, Goiânia Anais... Goiânia : Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1990. 225 p.
- 13 INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA E APLICADA. Meio ambiente: aspectos técnicos e econômicos. Brasília, 1990.
- 14 LEITE, L.E.M.B.C. Curso de organização e administração de limpeza urbana: versão preliminar. [S.l.: s.n.], 1991. 66 p.
- 15 LIMA, L.M.Q. Processo de tratamento de lixo. Campinas : UNICAMP, 1993. (Anotações de aula do Curso de Pós-Graduação em Saneamento).
- 16 LIMA, L.M.Q. Tratamento de lixo. São Paulo : Hemus, 1985. 240 p.
- 17 MANSUR, G.L., MONTERO, J.H.R.O. O que é preciso saber sobre limpeza urbana. Rio de Janeiro : IBAM/CEPU, 1991. 128 p.
- 18 MARRA, P.R.P. Estação entulho. Santo André : Departamento de Serviços Urbanos da Prefeitura de Santo André, 1991. (Projecto interno).
- 19 METROPOLITAN TORONTO WORKS DEPARTMENT, Solid Waste Management Division. Your guide to waste reduction and recycling in metropolitan Toronto. Toronto, s.f.
- 20 MINISTÉRIO DE AÇÃO SOCIAL. Secretaria Nacional de Saneamento. Programa nacional de limpeza urbana. Brasília, 1990. 53 p.
- 21 MONTEIRO, J.H.P., MANSUR, G.L. Viabilidade econômica dos serviços de limpeza urbana. Belém, 1989. 40 p.
- 22 ORGANIZACION PANAMERICANA DE SALUD. Programa de Salud Ambiental. Guías para el desarrollo del sector de aseo urbano en Latino América y el Caribe. S.l., 1991. 50 p.

- 23 PEREIRA, M.C.S. et al. Transformando e criando os restos: o lixo passado a limpo. Rio de Janeiro: Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro, s.f.
- 24 SANTOS, E.S.A. Planos regionais integrados de limpeza urbana. Santo André: Prefeitura Municipal de Santo André, 1992.
- 25 SANTOS, E.S.A., BEZERRA, C.A.N. Gerenciamento de serviços de coleta de lixo e apropriação de custos. Palmas: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1992. 45 p.
- 26 SCHNEIDER, D.M. Lixo sem demagogia. Jornal Folha ABC, São Paulo, 1 jun. 1992. Cuaderno 07, p.2
- 27 SEWELL, G.H. Administração e controle da qualidade ambiental. São Paulo: E.P.U./CETESB, s.f.
- 28 SISTEMÁTICA de planejamento e controle operacional das atividades de limpeza urbana. En: SIMPÓSIO ÍTALO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 1., 1992, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: ABES, 1992, v.2.
- 29 MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES. Ley Penal del Ambiente y sus Normas Técnicas. Caracas, 1992. 478p.
- 30 REPÚBLICA DE VENEZUELA. Presidencia de la República, Gaceta Oficial No. 4.418. Extraordinario, 27 de abril de 1992
- 31 COMISIÓN INTERINSTITUCIONAL DE RESIDUOS SÓLIDOS HOSPITALARIOS - Instructivo para la Clasificación y el Manejo Intra institucional de Residuos Sólidos Hospitalarios. Uruguay. 1996.

